第５章　　合成高分子化合物

第26講

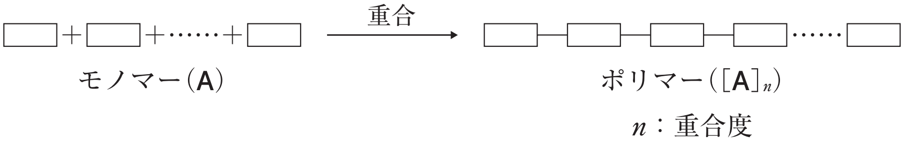
1　高分子化合物

高分子化合物の中で人工的につくられるものが，合成高分子化合物である。

どのような単量体(モノマー)からどのような重合体(ポリマー)がつくられるのか，どのような方法で合成するのか，知っておくべきことは，きちんと頭にいれておこう。

①高分子化合物とは

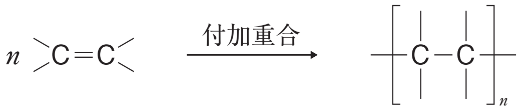
単量体(モノマー)が重合して高分子の重合体(ポリマー)となる。このとき，重合した単量体の数が重合度である。



②重合形式

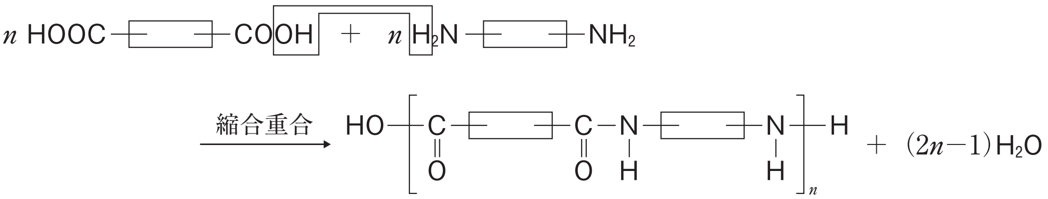
⑴付加重合

単量体が炭素間二重結合等をもつ場合，付加を繰り返して重合していく。これを付加重合という。



⑵縮合重合(縮重合)

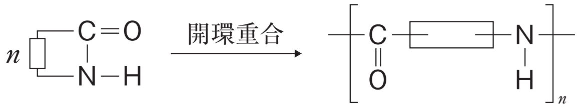
水などの小さい分子が外れ，縮合しながら重合していく。これを縮合重合(縮重合)という。ポリマーがエステル結合やアミド結合をもつ場合が代表的である。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑶開環重合

単量体が環状構造のとき，開環しながら重合していく。これを開環重合という。



2　繊維

繊維には，天然に存在する**天然繊維**と，人工的に合成する**合成繊維**がある。

天然繊維には植物由来のもの（綿・麻）と，動物由来のもの（絹・羊毛）があるが，植物由来のものはセルロースであり，糖類で学んだ。また，動物由来のものはタンパク質であり，やはり学んでいる。

よって，ここでは合成繊維に注目していこう。

①縮合重合による合成繊維

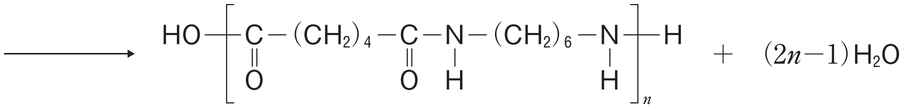
⑴ポリアミド系繊維（ナイロン）

絹や羊毛をもとに合成された繊維である。分子間に水素結合を形成するため，強度の大きい繊維である。しわになりにくい性質ももつ。

a.　6,6-ナイロン（ナイロン66）

$n\,HOOC-(CH_2)_4-COOH \quad + \quad n\,H_2N-(CH_2)_6-NH_2$

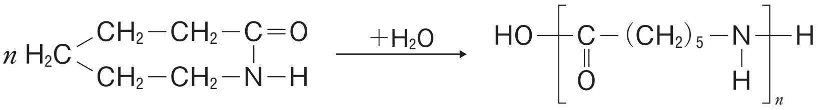
アジピン酸　　　　　　ヘキサメチレンジアミン



6,6-ナイロン

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

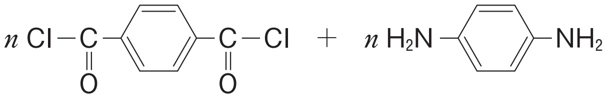
b. 6‒ナイロン（ナイロン6）



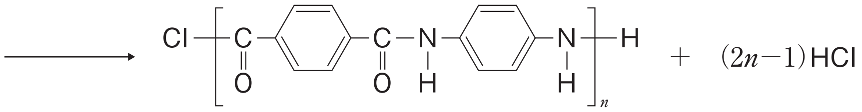
ε‒カプロラクタム　　　　6‒ナイロン

c. アラミド繊維

※ベンゼン環をもつため，丈夫な繊維である。防弾チョッキなどに利用されている。



テレフタル酸ジクロリド　　*p*‒フェニレンジアミン

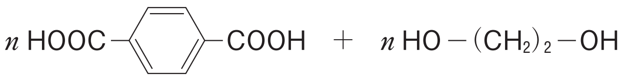


ケブラー

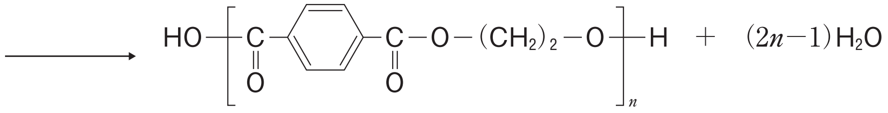
(2)ポリエステル系繊維

a. ポリエチレンテレフタラート（PET）

乾きやすく，しわになりにくいという性質をもつ。ペットボトルなどの合成樹脂としても多量に利用されている。



テレフタル酸　　　　エチレングリコール



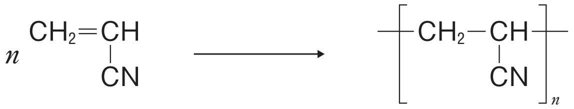
PET

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

②付加重合による合成繊維

⑴アクリル系繊維

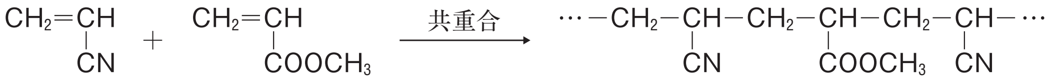
アクリロニトリルを付加重合して得られる合成繊維を**アクリル繊維**という。肌触りが羊毛に似て，衣料や毛布などに利用されている。



アクリロニトリル

また，アクリロニトリルに酢酸ビニルやアクリル酸メチルを混ぜて付加重合させ，得られる繊維を**アクリル系繊維**という。

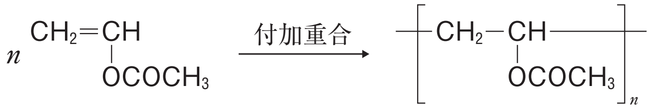
このように２種類以上の単量体を重合させることを**共重合**という。



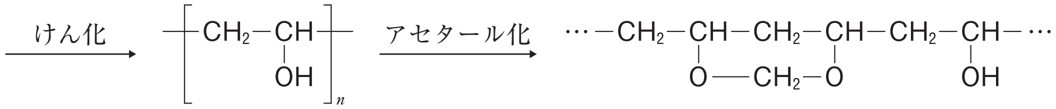
アクリル酸メチル

⑵ビニロン

日本で開発された木綿に似た繊維である。吸湿性に優れ，強度もあるため，ロープや作業着などに利用されている。



酢酸ビニル



ポリビニルアルコール
（PVA）

ビニロン

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　演習問題

37 ポリエチレンはエチレンを付加重合して作られる代表的な合成高分子である。温度300Kにおいて，内容積0.83Lの容器に3.0×10^6Paのエチレンを導入し，触媒を加えて完全に重合したところ，物質量3.0×10^{-4}molのポリエチレンを得た。次の問1，2に有効数字2桁で答えよ。気体定数は8.3×10^3(Pa·L/mol・K)とする。

問1　用いたエチレンの物質量を求めよ。ただし，エチレンは理想気体とみなしてよい。

問2　一般に，合成高分子は小さな単位構造が繰り返し結合してできている。一分子の高分子を構成する単位構造の数(重合度)にはばらつきがあるため，平均の値が用いられる。平均の取り方にはいくつかの方法があるが，単純に分子の数で平均した重合度を数平均重合度といい，(単位構造の総数)÷(合成した高分子の分子数)で表される。上述の重合で得られたポリエチレンの数平均重合度を求めよ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

38　次の文章を読み，問1～4に答えよ。

合成繊維の代表例として，ポリアミド系合成繊維や［ア］系合成繊維がある。ポリアミド系合成繊維の例にナイロンがあげられる。ナイロンは，摩擦に強く，弾力性もすぐれている。アメリカのカロザースによって発明された世界初の合成繊維①6,6−ナイロンは，分子量146でカルボキシ基を持つ［イ］と，分子量116でアミノ基をもつ［ウ］が［エ］重合したポリマーである。一方，日本で開発された②6−ナイロンは，ε−カプロラクタムの［オ］重合によって合成され，6,6−ナイロンと同じような性質を示す。［ア］系合成繊維のひとつにポリエチレンテレフタラート(PET)がある。③PETは，エチレングリコールとテレフタル酸の［エ］重合により合成される。PETは，合成繊維のほかに，ペットボトルの原料として大量に利用されている。

問1　文章中の［ア］～［オ］に適切な用語を書け。

問2　下線部①について，以下の設問(1)と設問(2)に答えよ。

(1)　分子量が3.39×10^4で［イ］と［ウ］の数が等しい6,6−ナイロン1分子の中に，アミド結合はおよそ何個含まれるか。有効数字2桁で求めよ。

(2)　分子量が3.39×10^4で［イ］と［ウ］の数が等しい6,6−ナイロン1分子を合成するために必要な［ウ］分子の物質量は何molか。有効数字3桁で求めよ。

問3　下線部②について，6−ナイロン2.00gを水と混じり合う適当な溶媒100mLに溶解した。その溶液を0.100mol/Lの塩酸で中和滴定したところ，2.50mLを必要とした。この6−ナイロンの重合度を，小数点以下第1位を四捨五入して整数で答えよ。ただし，この6−ナイロンは1分子あたり1個のアミノ基を含み，滴定の前後で重合度は変化しないものとする。

問4　下線部③について，分子鎖の両端にヒドロキシ基をもつ直鎖状のポリエチレンテレフタラート65.9gを，完全にけん化するのに必要な水酸化ナトリウムの理論量は27.2gである。このポリエチレンテレフタラートの平均分子量はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

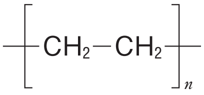
39　ビニロンはわが国で開発された合成繊維であり，酢酸ビニルから以下の工程によりつくることができる。まず，酢酸ビニルの付加重合により，ポリ酢酸ビニルを合成し，これを水酸化ナトリウム水溶液でけん化することにより，ポリビニルアルコールを得る。ポリビニルアルコールを糸にした後，酸性条件下，ホルムアルデヒドHCHOの水溶液で処理し，ポリビニルアルコール分子中のヒドロキシ基の約30～40％をアセタール化して，水に溶けないようにしたものがビニロンである。

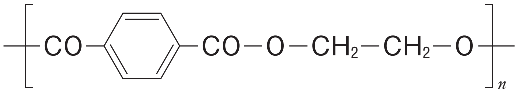
問　下線部の化学反応により，ポリビニルアルコール中のヒドロキシ基の35.0％をアセタール化したビニロン100gを合成したい。必要なポリビニルアルコールの質量[g]を有効数字3桁で求めよ。

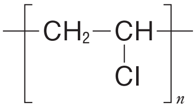
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

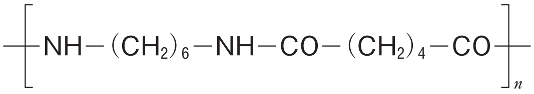
第26講　確認テスト

1　(1)〜(4)の構造式で示した高分子化合物について，誤りはどれか。

(1)


(2)


(3)


(4)


A.　(1)と(3)は付加重合で合成される。
B.　(2)と(4)は縮合重合で合成される。
C.　(4)はアジピン酸を原料の1つとして得られる。
D.　(4)は食品容器(ペットボトル)や衣料などに広く用いられる。
E.　(2)と(4)のみが合成高分子である。

ア　AとB　　イ　BとC　　ウ　CとD　　エ　DとE　　オ　EとA

2　分子式$C_6H_{10}O_4$のジカルボン酸と分子式$C_6H_{16}N_2$のジアミンを特定の条件で縮合重合させると，世界初の合成繊維として知られるポリアミドが得られる。このポリアミドの分子量が12900であるとき，ポリアミド1分子中に存在するアミド結合の数はいくらか。

ア　57　　イ　65　　ウ　113　　エ　114　　オ　130

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　演習問題

37

問１　1.0 mol

問２　3.3×10^3

38

問１　ア．ポリエステル　イ．アジピン酸

ウ．ヘキサメチレンジアミン　エ．縮合　オ．開環

問２　(1)　3.0×10^2　(2)　2.49×10^{-22} mol

問３　71

問４　6.59×10^3

39

95.4 g

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　確認テスト

1　エ

【解説】

A．⑴のモノマーはエチレン，⑶のモノマーは塩化ビニルであり，ともに炭素間二重結合をもつため，付加重合である。

B．⑵にはエステル結合があり，⑷にはアミド結合があるため，ともに脱水縮合による縮合重合である。

C．⑷は6,6−ナイロンであり，モノマーはヘキサメチレンジアミンとアジピン酸である。

D．問題文に合う高分子はポリエチレンテレフタラート（PET）であるため，誤り。

E．すべて合成高分子であるため，誤り。

2　ウ

【解説】

$C_6H_{10}O_4$（アジピン酸）と$C_6H_{16}N_2$（ヘキサメチレンジアミン）がモノマーであり，生成するポリマーは6,6−ナイロンである。

重合度をnとすると，ポリマーの分子量は

$$226n + 18 = 12900$$

となるため，

$$n = 57$$

である。

繰り返し単位の中に2つのアミド結合があり，末端は脱水されてないため，アミド結合の総数は，

$$2n - 1 \longrightarrow 2 \times 57 - 1 = 113$$

となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。